

S.1 NASLOVNA STRAN

Vrsta načrta:

GEOLOŠKO GEOMEHANSKI ELABORAT

Naročnik:

Občina
Gorenja vas - Poljane
Poljanska cesta 87
4224 Gorenja vas

Objekt:

Plaz na JP 600281 (Mahar) v območju prečkanja grape, občina
Gorenja Vas - Poljane

Vrsta projektne dokumentacije:

GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT

o geoloških pogojih v območju opazovane porušitve nasipa ceste

Za gradnjo:

Sanacija ceste JP 600281

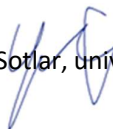
Projektant:

Geotrias d.o.o., družba za geološki inženiring d.o.o.
Zajčeva cesta 17, 1218 Komenda

GEOTRIAS
DRUŽBA ZA GEOLOŠKI INŽENIRING D.O.O.

Odgovorni projektant:

Klemen Sotlar, univ.dipl.inž.geol. IZS T-Goz 0560



KLEMEN SOTLAR
univ. dipl. inž. geol.
IZS RG0069

Odgovorni vodja projekta:

Tadej Jeršič, univ.dipl.inž.geozd. IZS RG - 0069

Številka projekta:

Številka, kraj in datum
izdelave poročila:

079-SK/2025, Komenda, december 2025

2. KAZALO VSEBINE ELABORATA

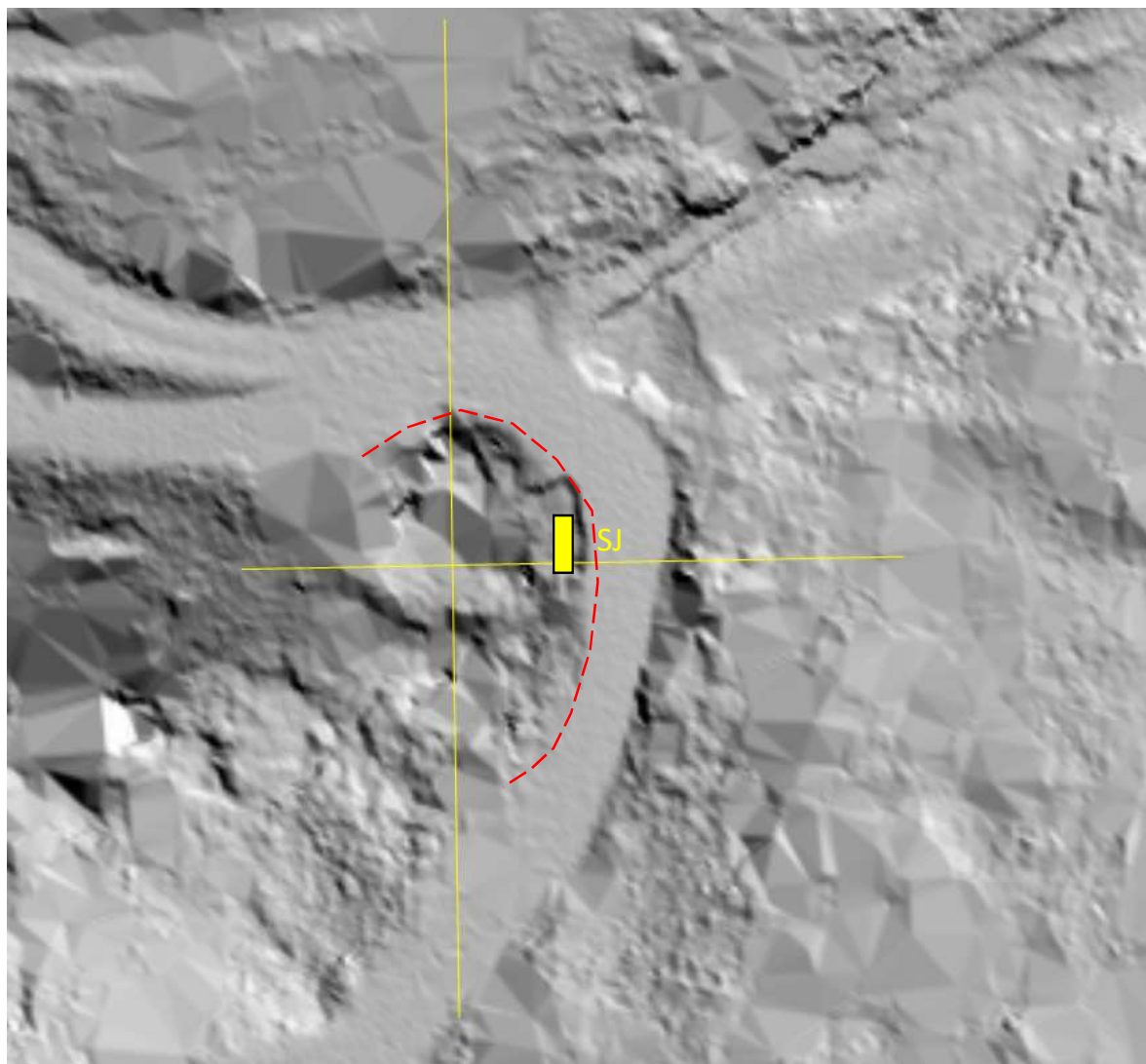
1	Naslovna stran
2	Kazalo vsebine elaborata
3	Tehnično poročilo 1. SPLOŠNO 2. MORFOGRAFIJA OBMOČJA 3. GEOLOŠKA SLIKA OBMOČJA 3.1 HIDROGEOLOŠKI OPIS OBMOČJA 4. INŽENIRSKOGEOLOŠKE RAZMERE IN STABILNOSTNA PRESOJA 5. TERENSKÉ RAZISKAVE 6. STABILNOSTNA PREVERBA 7. PREDLOG SANACIJE 8. SKLEPI
4	Risbe - G.1. _LIDAR_plaz Mahar_grapa_poplave 2023_december 2025 - G.2.1_ PREČNI PREREZ P1_ plaz Mahar_grapa_poplave 2023_december 2025 - G.2.2_ G.2.2_ PREČNI PREREZ P2_ OBSTOJEČE_ plaz Mahar_grapa_poplave 2023_december 2025 - G.2.3_ PREČNI PREREZ P2_ SANIRANO_ plaz Mahar_grapa_poplave 2023_december 2025
5	Fotodokumentacija

1. SPLOŠNO

Po naročilu občine Gorenja vas – Poljane, smo izdelali GG elaborat za potrebe sanacije JP 600281 (Mahar) na odseku kjer cesta prehaja grapo z neimenovanim potokom. V elaboratu obravnavamo splazitev nasipa cestnega telesa v območju križanja s potokom.

Nestabilnosti opazujemo na razdalji ca 30,0 m (skupaj s prepustom), s tem da je glavnina usada formirana za prepustom (gledano v smeri SH Kladje 2), v dolžini ca 5,5 m. Odlomni rob je v cesti jasno viden in poteka ob zunanjem robu ceste v območju največjega nestabilnosti pa že sega v cestno telo. Sondažni jašek smo izvedli v zunanjem robu ceste do hribinske podlage. V cestnem telesu so prisotni tako vertikalni kot tudi horizontalni premiki. Plazi cestni nasip. Območje gradijo permski glinasti skrilavci in meljevci, ki so močno sklivažirani. Na senčenem reliefu 2023 lahko opazujemo vidne linije odloma (Slika 1)

Območje smo geološko pregledali, v novembru 2025 smo izvedli sondažno preiskavo z sondažnim jaškom v sredini zgornjega odlomnega roba delu plazu (Slika 1, Priloge G.1 in G.2). Za prikaz območja smo uporabili digitalni model reliefa DMR 1x1 m 2023, DOF in OGK, List Kranj.



Slika 1: LIDAR 2023 za senčen - situacijski prikaz odlomnega roba plazu

2. MORFOGRAFIJA OBMOČJA

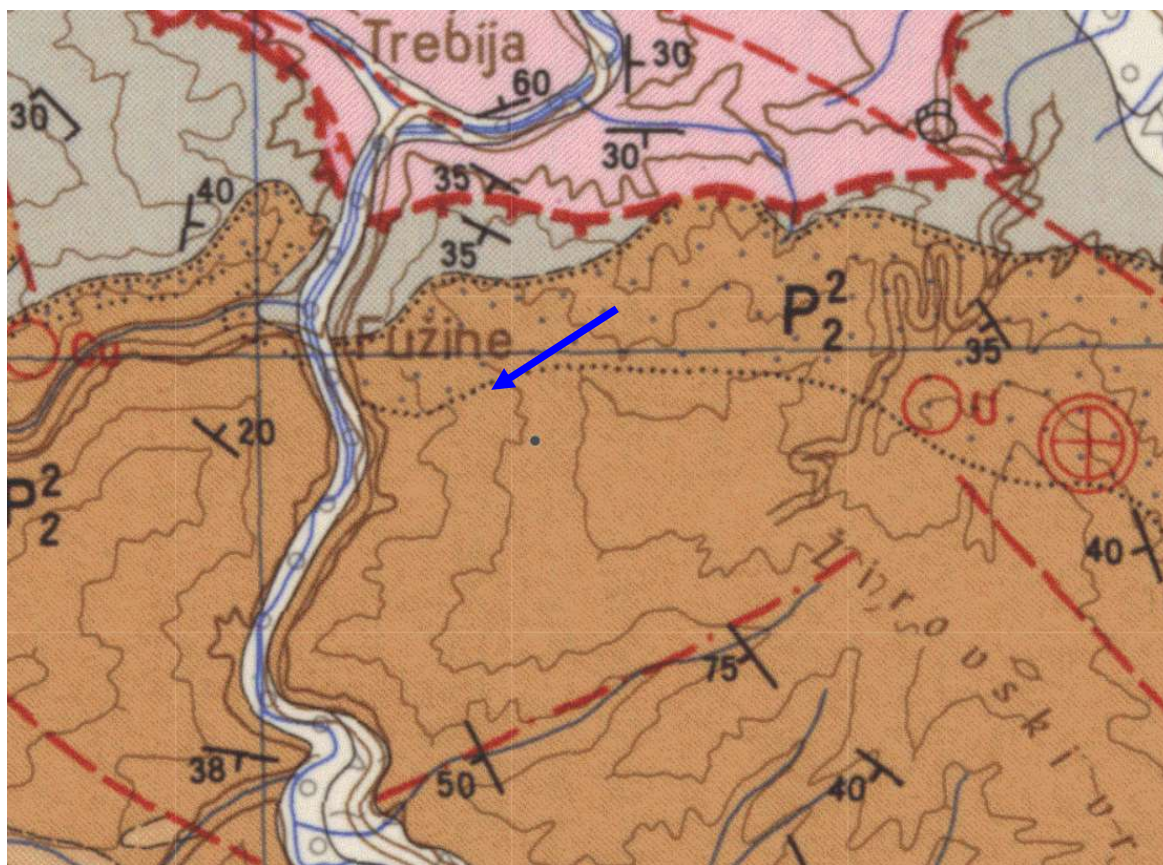
Morfološki opis izpeljemo iz digitalnega modela reliefa mreže 05 x 0,5 m, ki smo jo konstruirali iz LIDAR 2023 posnetka terena. Obravnavan odsek ceste poteka proti stanovanjski hiši Kladje 2, tik pred grapo pa je tudi odcep za stanovanjsko hišo Kladje 1.

Tako morfologija širšega območja kaže na pogoste pojave nestabilnosti, ki so se zgodili v preteklosti in se dogajajo tudi danes ter s svojo pojavnostjo opozarjajo na morebitne ponovne dogodke ob izjemnih dogodkih v prihodnosti, ki je zaradi klimatskih sprememb negativno konotirana.

Plaz, ki ga obravnavamo je formiran v cestnem nasipu v delu kjer cesta preči hudourniško grapo, ki s svojim erozijskim delovanjem te pojave še pospešuje.

3. GEOLOŠKA SLIKA OBMOČJA

V geološkem smislu širše območje gradijo srednje permski klastični sedimenti imenovani Groedenski skladi, ki leže na paleoreliefu permokarbonskih sedimentov. Tako se pojavljajo na območju Žirovskega vrha praviloma na črnem glinastem skrilavcu, v širši okolici Škofje Loke pa večinoma na temno sivem peščenjaku. Zgornji del grodenskih skladov ali rdeča serija sestoji v glavnem iz sljudnatega rdečega peščenjaka, ki se menjava z alevrolitom redkeje s konglomeratom. Sivo zelenkasti klastiti so podrejeni, podobno kot so rdeči v spodnjem sivem delu grodenskih plasti.



Slika 2: OGK, List Kranj. Obravnavana cesta poteka po permskih klastitih. Območje je prikazano. Severno od erozijske grape nastopa pretežno peščenjak, južno od grape pa drobnozrnati različki.

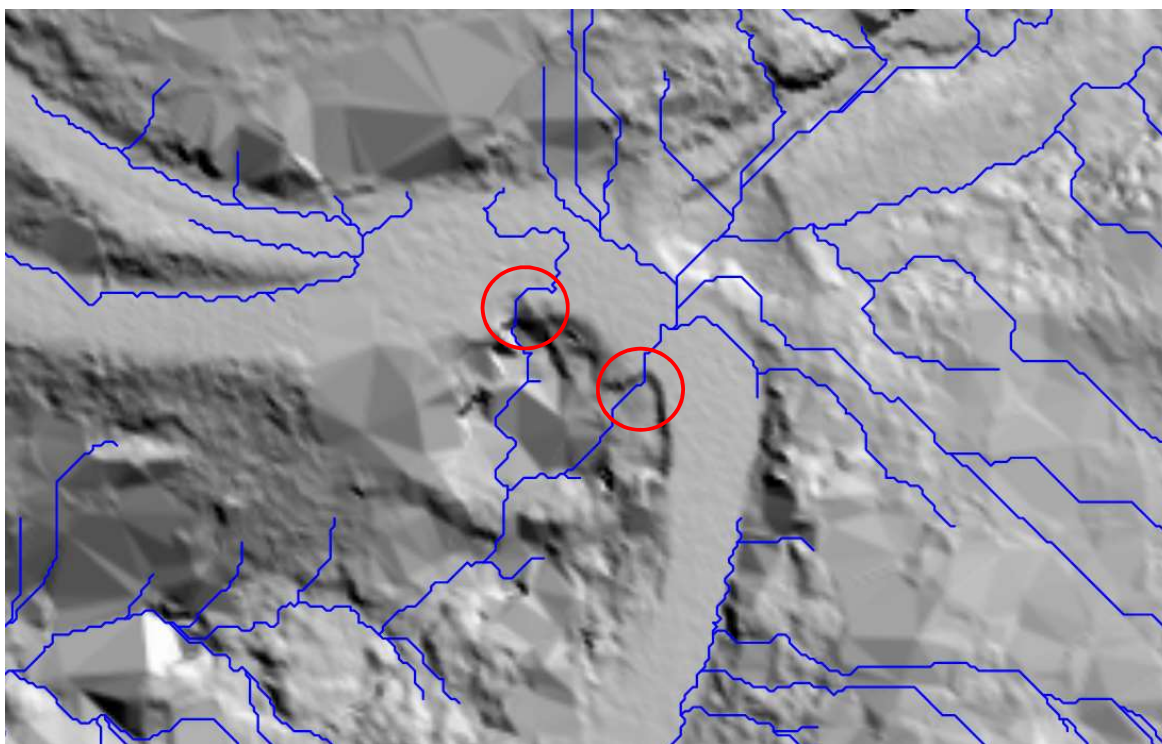
Intenziteta denudacije materiala iz pobočja zavisi predvsem od lokalnih dejavnikov, kot so količina dotekajoče vode, tektonska pretrtost kamnin, zato je pobočje, ki ga gradijo te kamnine zelo morfološko razgibano. Tu mislimo predvsem na pojav grap in depresij, kjer je denudacija skozi geološko zgodovino intenzivnejša in na drugi strani pojav vmesnih grebenov, ki se raztezajo prečno na pobočje in predstavljajo stabilnejša območja, kjer je denudacija počasnejša. Ti klastiti v splošnem pri preperevanju dajejo obilico preperine, ki se v debelejših nanosih nabira v vznožjih pobočij. Plazovi v teh kamninah niso redki, še posebej če je vpad plasti neugoden, preperinska plast prepojena z vodo in v povezavi z nagibom ter obliko pobočja se pogosto ob obilnejših padavinah pojavljajo plazovi in usadi.

3.1 HIDROGEOLOŠKI OPIS OBMOČJA

V hidrogeološkem smislu so kamnine v območju trase različno prepustne. Peščenjaki imajo dobro razpoklinsko prepustnost, medtem ko meljevci in glinovci niso dobro prepustni. Precejanje se vrši po sistemih razpok, le v gruščnatih zasipih (deluvij) se voda preceja zvezno. Odvodnjevanje s pobočij se vrši po oblikovanih depresijah in graphah.

Na sliki 3 so označene, z modeliranjem določene vodne poti. Velik vpliv na obravnavano nestabilnost ima dotekajoča voda iz zaledja, kakor tudi iz ceste. Z rdečimi krogi označimo dva vodna toka ki neposredno vtekata v netsbilno območje.

Problematiko zatekanja talne (in meteorne vode, zaradi neurejene odvodnje) vode je potrebno sistemsko reševati z izvedbo kvalitetnih vzdolžnih, oziroma obcestnih drenaž, v notranjem robu ceste. To pomeni, da je potrebno tudi ob sanaciji plazov in cestišča potrebno izdelati kvalitetno odvodnjevanje, vodo pa preusmerjati (preko revizijskih jaškov/starih ali novih) izven cestišča, preko prepustov v erozijske grape.



Slika 3: prikaz generiranih vodnih razvodnic, ki se stekajo v cestni nasip, označeno s krogom.

4. INŽENIRSKOGEOLOŠKE RAZMERE IN STABILNOSTNA PRESOJA

Vzrok za nastanek plazjenja so izjemne vremenske neprilike, ki so zajele območje, dne 4.8.2023. Plazenje je zajelo cestno telo v območju prečkanja potoka, ki je ob visokih vodah usmeril svojo pot preko ceste naprej v območje nasipa, ki je zaradi negativnega delovanja vode (vzgon, zmanjšanje strižnih lastnosti materiala) končno popustil.

Odlomni rob se je formiral v bankini in deloma v cestnem telesu. Matično hribino smo z jaškom dosegli na ca 3,5 m globine. V delu pred prepustom pa kamnina izdanja že na 2,5 m globine, merjeno od roba ceste.

5. TERENSKE RAZISKAVE

Teren smo preiskali z sondažnim jaškom globine 3,5 m. Na globini 3,0 m smo dosegli preperel o kamnino, ki zaradi goste skrilarosti hitro razpada. Lokacija jaška (SJ) je prikazana na slikah in v grafičnih prilogah. Jašek je bil izveden ob robu ceste. Fotodokumentacija sondažnih jaškov je prikazana spodaj.

Sondažni jašek SJ-1:

- 0,0 – 0,6 m umetni nasip – cestni ustroj; karbonatni drobljenec, sivo-rjave barve (UN).
- 0,6 – 2,0 m zaglinjen grušč iz kosov skrilarvega glinovca, meljevca in peščenjaka (GC)_ sestava cestnega nasipa, izdelana iz odzema v vkopnem delu ceste
- 2,0 – 3,0 m deluvij - grušč, zaglinjen, večji kosi (GC)_deluvialna preperina
- 3,0 – 3,5 m prehod v preperele skrilarvi glin. in meljevce, rdečkasto - rjave barve. Kamnina razpada po skrilarosti.
Vode ni!



FOTO 2-5: Sondažni jašek v zunanjem robu ceste

5. TERENSKE RAZISKAVE

Glede na opazovane zemljinske razlike iz razkrito hribinsko podlago na mestu porušitve, podajamo karakteristike posameznih geoloških členov, ki smo jih pridobili v enakih geoloških pogojih, v bližnji okolici, kjer smo za potrebe projektiranja izvajali tudi sondažna vrtanja:

- UN (karbonatni drobljenec: $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$, kohezija $c=1 \text{ kPa}$, strižni kot $\phi=36^\circ$,
- Deluvij, zaglinjen grušč: $\gamma=21 \text{ kN/m}^3$, kohezija $c=3-5 \text{ kPa}$, strižni kot $\phi=27^\circ$,
- Preperela matična hribina: $\gamma=23 \text{ kN/m}^3$, kohezija $c=7-15 \text{ kPa}$, strižni kot $\phi=28^\circ-32^\circ$,
- Nepreperela matična hribina: $\gamma=24 \text{ kN/m}^3$, kohezija $c=15-30 \text{ kPa}$, strižni kot $\phi=32^\circ-35^\circ$

6.3 STABILNOSTNA ANALIZA ZIDU V P1

Stabilnost pobočja smo preverili v karakterističnem profilu, ki smo ga konstruirali na mestu najbolj izrazitega plazenja. Na tem delu podlago opazujemo v cestnem nasipu na 3,0 - 3,5 m globine v SJ na zunanjem robu ceste. Analizirali smo:

- Prvotno stanje terena ob splazitvi,
- Stabilnost brežine po končanih predvidenih sanacijskih delih.

Stabilnost pobočja smo preverili v profilu P-2, ki smo ga izdelali na osnovi terenskih sondažnih preiskav in arhivskih podatkov. Stabilnostne analize smo izvedli s programsko opremo SLIDE², Rocscience. Postopek je potekal na naslednji način:

- Preverili smo stabilnost obstoječega površja – po splazitvi. Tudi ta račun smo izvedli brez varnostnih količnikov, z realnimi vrednostmi strižnih karakteristik.
- Predvideli smo sanacijske ukrepe. Stabilnost saniranega površja smo preverili z upoštevanjem Evrokod 7, po projektnem pristopu 3 [PP3], kot ga zahteva nacionalni standard SIST.

Konstruirali smo troplasten model terena. Matično kamnino, prekriva do 2,0 m debela plast preperine, sledi preperela matična kamnina in nato nepreperela matična kamnina, ki je z jaškom ne dosežemo. Strižne karakteristike materialov smo določili na osnovi povratne stabilnostne analize, za prvotno stanje terena ob splazitvi¹. Plazenje, kot ga opazujemo, nastopi z varnostnim količnikom $F_{\min}=0,743$ pri strižnih karakteristikah:

- Preperina: kohezija $c=3 \text{ kPa}$, strižni kot $\phi=25^\circ$,
- Preperela matična hribina: kohezija $c=15 \text{ kPa}$, strižni kot $\phi=28^\circ$.
- Nepreperela matična hribina: kohezija $c=30 \text{ kPa}$, strižni kot $\phi=33^\circ$

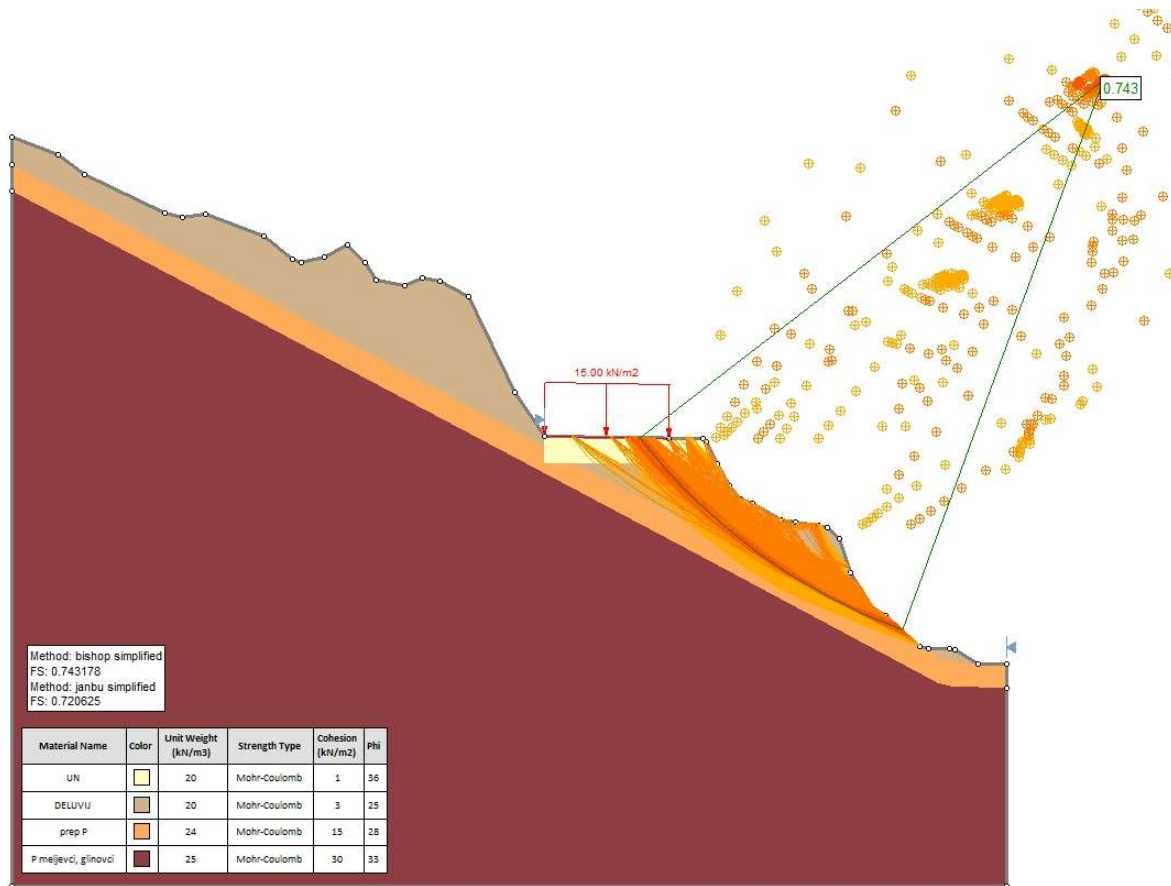
¹ Priporočila iz literature:

Bogusz, W. Second Generation of Eurocode 7 Slopes, cuttings, embankments, and traffic loads on geotechnical structures, TaskGroupD1 on „Slopes, Retaining Structures, and Anchors”

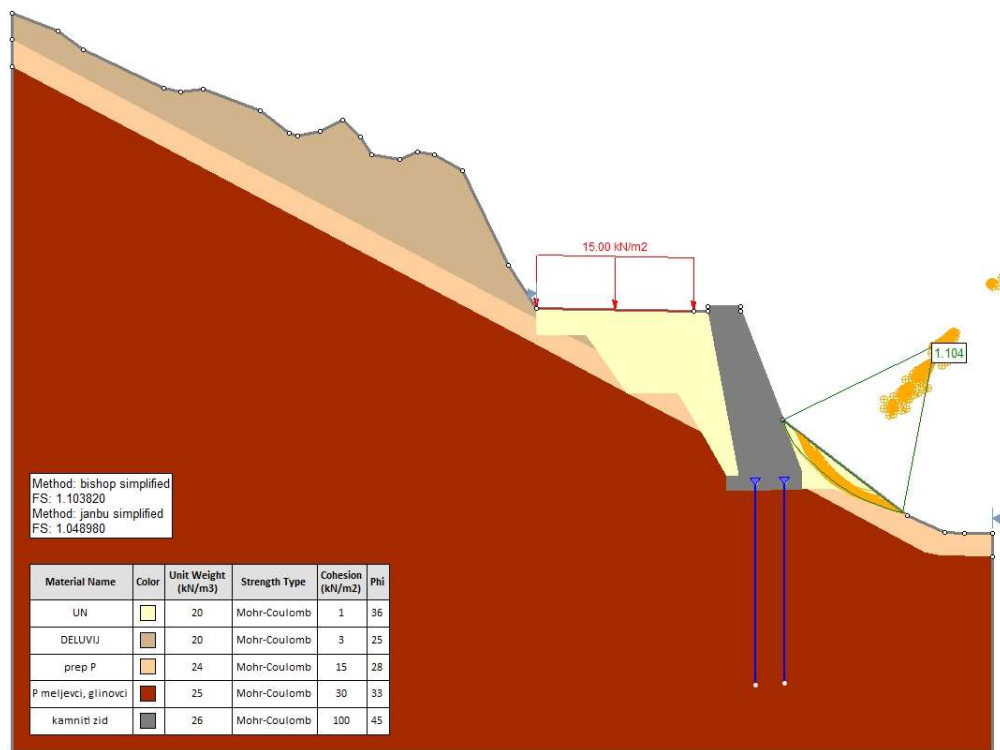
Burlon, S., Walter, H., Smith, C.C. Eurocode 7 – second generation. numerical methods. Geotechnical Engineering Challenges to Meet Current and Emerging Needs of Society (pp.1513-1516), September 2024.

Estaire, J., Sorgatz, J., Orr, T. Eurocode 7 – Second generation: determination of representative values. Proceedings of the CVIII ECSMGE 2024.

Eurocode 7: Geotechnical design — Part 2: Ground properties. CEN/TC 250 prEN 1997-2:202x CEN/TC 250 Secretariat: 2021



Slika 5: Grafični prikaz analize stabilnosti profila P. Povratna analiza preko plaz. $F=0,743$.



Slika 6: Stabilnostna analiza s predvidenimi sanacijskimi ukrepi, DA3. $F=1,104$

Za sanacijo smo predvideli izgradnjo podporne konstrukcije, ki zagotavlja utrditev brežine v zelo strmih terenih. Odstranjeni, oz. splazeli material se nadomesti z izbranim materialom, ki bo zagotovil strižni kot $\phi = 36^\circ$.

Stabilnostno analizo sanirane brežine smo izvedli s programsko opremo SLIDE², Rocscience po projektnem pristopu 3 [PP3], ki upošteva varnostne količnike za strižne karakteristike materialov². Vpliva vode pri analizi nismo upoštevali, saj ni zveznega nivoja vode, ki bi povzročal vzgon. Prav tako smo pri spremljanju stanja plazov na območju celotne občine ugotovili, da je plazenje nastalo zaradi hipne napolnitve podzemnih kanalov z vodo in posledično velikimi pritiski na čelne brežine ter plazenje. Take razmere se po navodilih iz tega elaborata preprečuje z ustreznim dreniranjem. V računu smo upoštevali tudi prometno obremenitev na cesti. Varnostni količnik je v ob upoštevanju ukrepov $F_{min} = 1,104$, kar v celoti zadošča za trajno stabilnost brežine.

7. PREDLOG SANACIJE

Predlagamo sanacijo nasipa ceste z izvedbo oporne konstrukcije iz kamena v betonu (lahko tudi AB zidu). Zaradi nehomogene hribinske podlage, predlagamo ojačitev temeljev z vgradnjo jeklenih I profilov, katere se penetrira v hribinsko podlago. Uporabi naj se profile, dolžine 5,0 m (železniške tračnice, min. 45kg/tm), katere se vgradi v dveh vrstah z zamikom 0,75 m, v vsaki vrsti pa naj bo medsebojna razdalja med profili 1,5 m.

V zaledju temelja se izdelata drenaža z izpustom v potok.

7. SKLEPI

Po naročilu občine Gorenja vas – Poljane, smo izdelali GG elaborat za potrebe sanacije JP 600281 (Mahar) na odseku kjer cesta prehaja grapo z neimenovanim potokom. V elaboratu obravnavamo splazitev nasipa cestnega telesa v območju križanja s potokom.

Nestabilnosti opazujemo na razdalji ca 30,0 m (skupaj s prepustom), s tem, da je glavnina usada formirana za prepustom (gledano v smeri SH Kladje 2), v dolžini ca 5,5 m. Odlomni rob je v cesti jasno viden in poteka ob zunanjem robu ceste v območju največje nestabilnosti pa že sega v cestno telo. Sondažni jašek smo izvedli v zunanjem robu ceste in dosegli hribinsko podlago. V cestnem telesu so prisotni tako vertikalni kot tudi horizontalni premiki. Plazi cestni nasip. Območje gradijo permski glinasti skrilavci in meljevci, ki so močno sklivažirani. Na senčenem reliefu 2023 lahko opazujemo vidne linije odloma (Slika 1).

Območje smo geološko pregledali, v novembru 2025 smo izvedli sondažno preiskavo z sondažnim jaškom v sredini zgornjega odlomnega roba delu plazu (Slika 1, Priloge G.1 in G.2). Za prikaz območja smo uporabili digitalni model reliefa DMR 1x1 m 2023, DOF in OGK, List Kranj.

Teren smo preiskali z sondažnim jaškom globine 3,5 m. Na globini 3,0 m smo dosegli preperelo kamnino, ki zaradi goste skrilavosti hitro razpada. Lokacija jaška (SJ) je prikazana na slikah in v grafičnih prilogah.

² Za jeklene traverze smo karakteristike materiala določili z Laubscherjevim diagramom ocene geomehanskih karakteristik dveh različnih materialov (Laubscher, D.H.: Design aspects and effectiveness of support systems in different mining conditions. Trans.Inst.Min. Metall, Sect A, Vol. 93, str. A70-A81. 1984.

Glede na opazovane zemljinske različke iz razkrito hribinsko podlago na mestu porušitve, podajamo karakteristike posameznih geoloških členov, ki smo jih pridobili v enakih geoloških pogojih, v bližnji okolici, kjer smo za potrebe projektiranja izvajali tudi sondažna vrtanja. Te podatke naj projektant uporabi za preverbo stabilnosti podpornega elementa, ki ga bo skonstruiral v okviru projekta sanacije ceste.

Predlagamo sanacijo nasipa ceste z izvedbo oporne konstrukcije iz kamnja v betonu (lahko tudi AB zidu). Zaradi nehomogene hribinske podlage, predlagamo ojačitev temeljev z vgradnjo jeklenih I profilov, katere se penetrira v hribinsko podlago.

V Komendi, december 2025

Klemen Sotlar, univ.dipl.inž.geol.



GRAFIČNE PRILOGE

G.1._LIDAR_plaz Mahar_grapa_poplave 2023_december 2025

G.2.1_PREČNI PREREZ P1_plaz Mahar_grapa_poplave 2023_december 2025

G.2.2_ G.2.2_PREČNI PREREZ P2_OBSTOJEČE_plaz Mahar_grapa_poplave 2023_december 2025

G.2.3_PREČNI PREREZ P2_SANIRANO_plaz Mahar_grapa_poplave 2023_december 2025

FOTODOKUMENTACIJA

